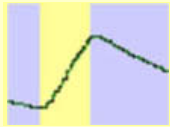


[Accueil](#) [Bioch](#) [B.Cell](#) [B.Dev](#) [B.Mol](#) [B.V.](#) [Gen](#) [Phy.V.](#) [T.P](#) [Zoo](#) [Web](#)[Sommaire](#)

La Photosynthèse

BMedia

06 - Influence des facteurs du milieu

- 1 - [Influence de la lumière \(aspects quantitatifs\)](#)
- 2 - [Comparaison de la photosynthèse de plantes de lumière et de plantes d'ombre.](#)
- 3 - [Influence de la lumière, spectre d'action \(aspects qualitatifs\)](#)
- 4 - [Influence de la concentration en CO₂](#)
- 5 - [Influence de la température](#)

La photosynthèse est influencée par les facteurs de l'environnement : la **lumière** (source d'énergie), le **CO₂** (source de carbone) et la **température** (qui affecte l'ensemble des réactions biochimiques).

La photosynthèse est un processus complexe faisant intervenir de nombreuses étapes qui sont affectées de manière différente par les facteurs de l'environnement. De ce fait, les facteurs externes agissent indépendamment les uns des autres et le phénomène global obéit à la **loi dite des "facteurs limitants"** que l'on peut énoncer de la façon suivante :

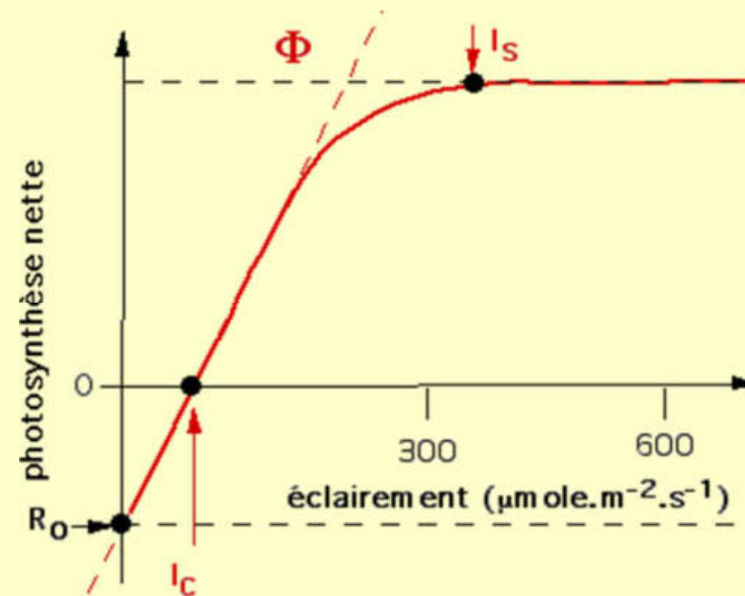
lorsqu'un processus est contrôlé par plusieurs facteurs agissant indépendamment, son intensité est limitée par le facteur qui présente la valeur minimum. Le facteur est alors limitant et la vitesse du processus est proportionnelle à la valeur de ce facteur.

1 - Influence de la lumière (aspects quantitatifs)

L'objectif est de déterminer les valeurs d'intensité lumineuse qui permettent une activité photosynthétique optimale.

Les plantes sont éclairées avec une source lumineuse permettant de réaliser une gamme d'intensités (flux de photons) comprises entre 0 et 600 à 800 $\mu\text{moles (photons).m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

La photosynthèse nette est alors mesurée soit par le dégagement d'oxygène soit par la consommation de gaz carbonique.



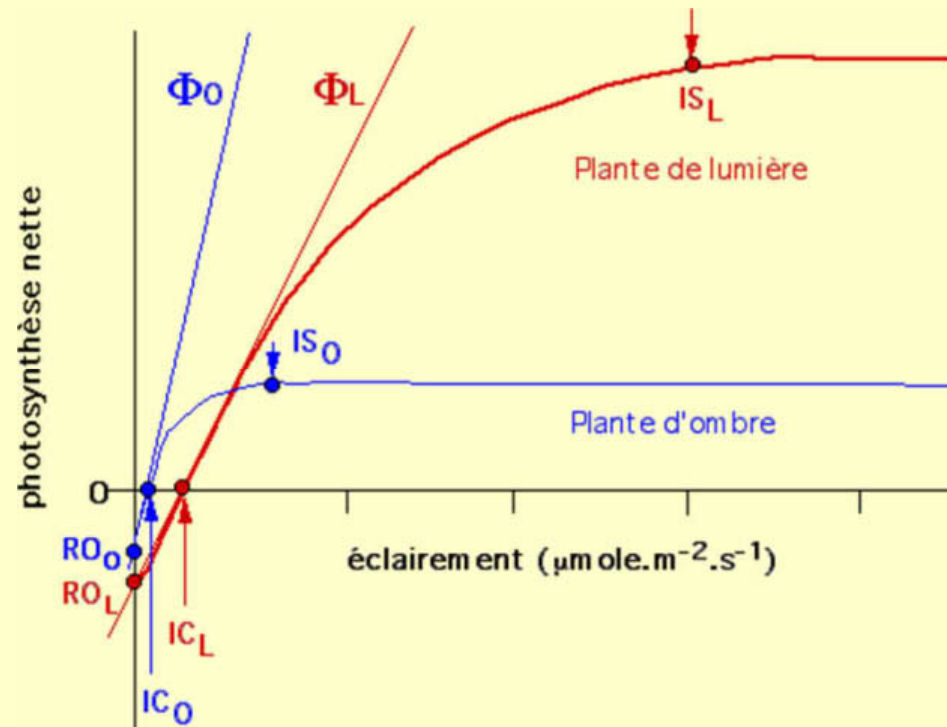
Influence de l'éclairement sur la photosynthèse nette.

On détermine ainsi l'éclairement au point de compensation (I_c), l'éclairement saturant (I_s), la respiration à l'obscurité (R_0) et le rendement quantique (Φ)

On obtient des courbes biphasiques :

- 1) partie linéaire de pente (coefficient directeur) équivalente à Φ dans cette gamme d'éclairement, la lumière est limitante et Φ mesure le rendement de l'absorption des photons (= rendement quantique foliaire).
- 2) un plateau obtenu pour des valeurs d'éclairement plus ou moins élevées (I_s = éclairement saturant ou optimal). Au delà, la capacité d'absorption des photons dépasse la capacité de leur utilisation. Les réactions d'assimilation du CO_2 deviennent limitantes et la photosynthèse présente une intensité maximale.
- 3) Il existe une valeur de l'éclairement pour laquelle la Photosynthèse nette (P_n) est nulle : la photosynthèse compense juste la respiration. Cette valeur est appelée point de compensation pour la lumière (I_c).

2 - Comparaison de la photosynthèse de plantes de lumière et de plantes d'ombre.



Courbes de saturation de la photosynthèse en fonction de la densité du flux de photons chez une plante de lumière et une plante d'ombre. Les autres facteurs (concentration en CO_2 atmosphérique, température 25°C) sont maintenus constants. IC, intensité de compensation, ; IS, intensité saturante ; Φ , Rendement quantique foliaire. En bleu : plantes d'ombre ; en rouge : plantes de lumière.

Quand on compare le comportement de ces deux types de plantes on constate que :

- IC_O (ombre) est inférieur à IC_L (lumière)
- Φ_O (ombre) est supérieure à Φ_L (lumière)

- I_{So} (ombre) est inférieur à I_{SL} (lumière)

En d'autres termes, les plantes d'ombre présentent une intensité photosynthétique optimale et une intensité de compensation plus faible, mais une efficacité dans l'absorption des photons plus élevée (plantes des sous bois). Inversement, les plantes de lumière sont moins efficaces dans la capture des photons mais elle fixent davantage de CO₂ (ex : plantes cultivées).

3 - Influence de la lumière, spectre d'action (aspects qualitatifs)



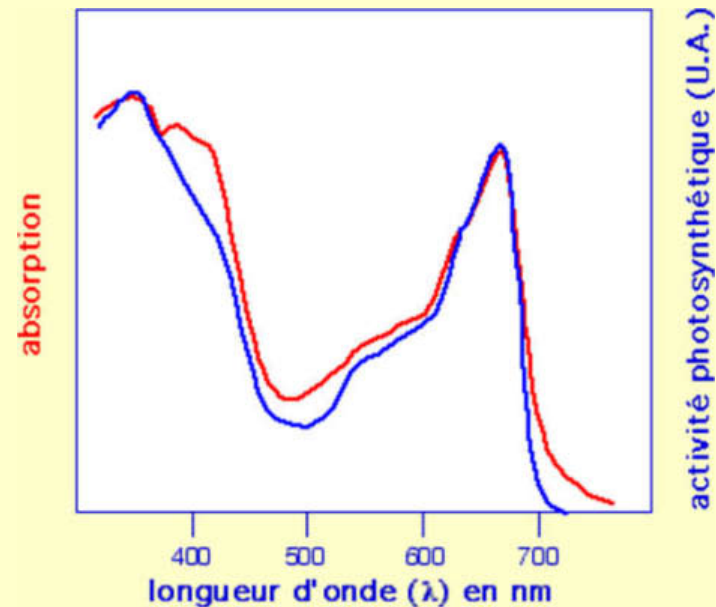
Objectif : déterminer l'influence de la qualité de la lumière (couleur) sur l'intensité photosynthétique. Réaliser un spectre d'action, c'est à dire un enregistrement de l'intensité de la photosynthèse en fonction de chacune des réactions monochromatiques composant la lumière incidente.

Le premier, Timiriazeff réalisait un spectre d'action en éclairant des plantes avec une lumière décomposée par un prisme. Chaque plante était éclairée par une couleur précise. Engelmann a réalisé le même type d'expérience ([Expérience d'Engelman](#)) au microscope en utilisant une algue filamenteuse éclairée par un spectre. Il utilise comme système de mesure biologique une bactérie, *Bactérium thermo*, avide d'oxygène, qui est dotée d'un chimiotactisme positif pour cette substance. Les bactéries se regroupent là où l'algue émet le plus d'oxygène, c'est à dire là où elle est éclairée par des radiations bleues ou rouges. Ces spectres ne tenaient pas compte du nombre de quanta de chaque radiation. Ils permettaient seulement une étude qualitative.

En effet pour que l'obtention d'un spectre d'action soit réellement quantitative, il faut le réaliser au moyen d'un illuminateur spectral permettant d'éclairer la plante avec des radiations de longueur d'onde comprises entre 400 et 700 nm. Il doit être réalisé dans des conditions isoquantiques et limitantes pour chacune des radiations utilisées.

Comparaison entre le spectre d'action et d'absorption :

Le spectre d'action de la lumière est ensuite comparé au spectre d'absorption du système photosynthétique étudié.



Comparaison entre le spectre d'absorption de pigments chlorophylliens et le spectre d'action de la lumière sur la photosynthèse d'une suspension d'algues unicellulaires.

- Absorption (courbe rouge) en % de l'absorption totale de la lumière incidente par des chlorelles
- Action (courbe bleue) : activité photosynthétique en unité arbitraire

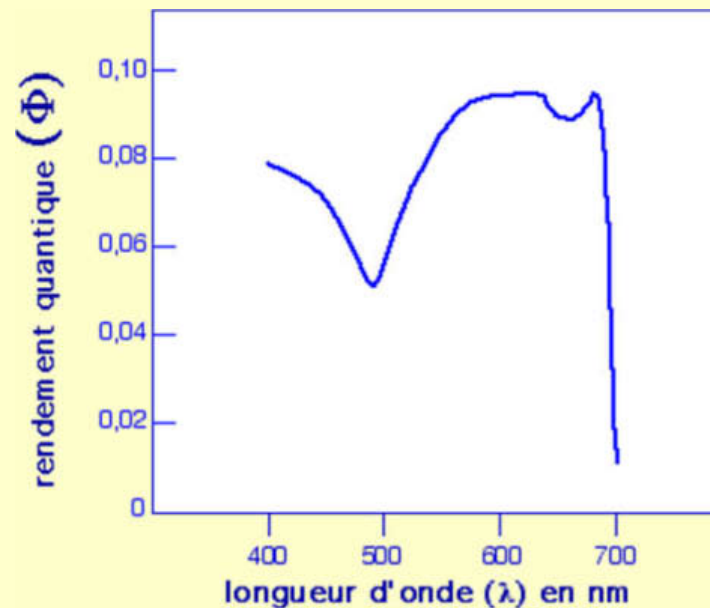
Les spectres d'action et d'absorption ont été normés dans le rouge à 680 nm (maximum d'absorption des chlorophylles a).

Dans ces conditions, les deux spectres se superposent dans le bleu (vers 450 nm), s'écartent largement l'un de l'autre vers 460 nm (absorption des carotènes), vers 640 nm (absorption des chlorophylles) et chutent brutalement au delà de 680 nm. Le dégagement de O₂ est nul à 720 nm (il y a une "chute dans le rouge" de l'intensité photosynthétique).

La comparaison des deux spectres permet d'établir le rendement quantique du système photosynthétique étudié par chacune des radiations utilisées.

Le rendement quantique (Φ) est l'activité photosynthétique rapportée à la quantité de photons absorbés. Ce rapport entre l'intensité

photosynthétique en $\mu\text{moles O}_2 \cdot \text{s}^{-1}$ et la quantité de photons absorbée (= flux de photons en $\mu\text{mole} \cdot \text{s}^{-1}$) est reporté en fonction de la longueur d'onde de chaque radiation reçue par le système photosynthétique. On constate que les valeurs du rendement quantique sont proches pour les radiations bleues (Φ = environ 0,08) et rouges (Φ = environ 0,09). Il y a cependant une différence vers 480 nm et une chute drastique au delà de 680 nm.



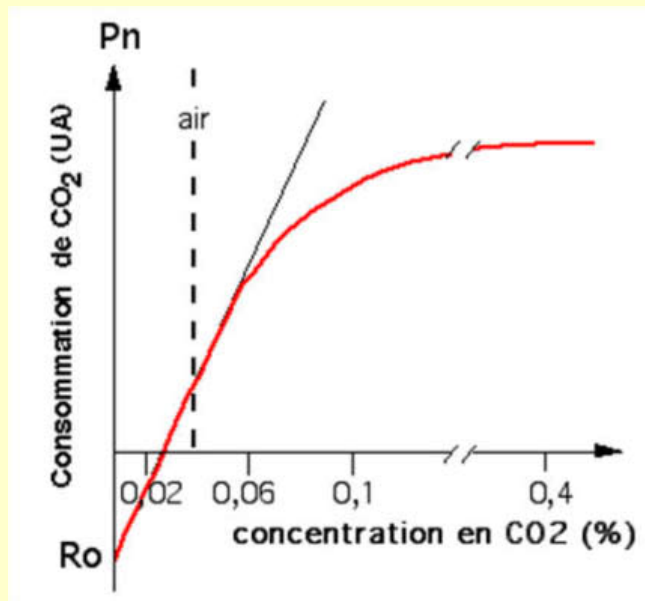
Rendement quantique d'un dégagement de O_2 d'algues unicellulaires (chlorelles).

4 - Influence de la concentration en CO_2



Les plantes aériennes assimilent le CO_2 atmosphérique (0,035% de CO_2) tandis que les plantes aquatiques absorbent soit le CO_2 dissous (concentration faible : environ $10 \mu\text{M}$ à pH7), soit les ions bicarbonate HCO_3^- (concentrations élevées : de l'ordre du mM, mais variable en fonction du pH), qui sont ensuite convertis en CO_2 grâce à la réaction catalysée par l'anhydrase carbonique.

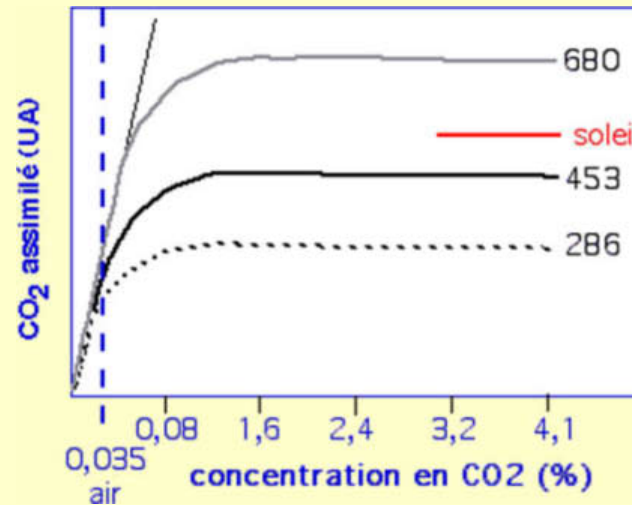
La quantité de CO_2 disponible est limitante dans des conditions d'éclairement moyen. Par conséquent, une augmentation de la photosynthèse est observée lorsqu'on augmente la concentration de CO_2 .



Influence de la concentration en CO_2 de l'air sur la consommation en CO_2 d'une plante verte.

La courbe présente une première partie pseudo linéaire pour laquelle le CO_2 est limitant, et une seconde partie qui correspond à un plateau pour lequel l'éclairement est devenu limitant et la photosynthèse maximum dans ces conditions.

Lorsque l'on refait cette expérience (photosynthèse en fonction de la concentration en CO_2), sous différents éclairagements :



Effet de la concentration en CO₂ sur la photosynthèse d'algues (chlorelles) pour différentes valeurs d'éclairement (comprises entre 280 et 700 $\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

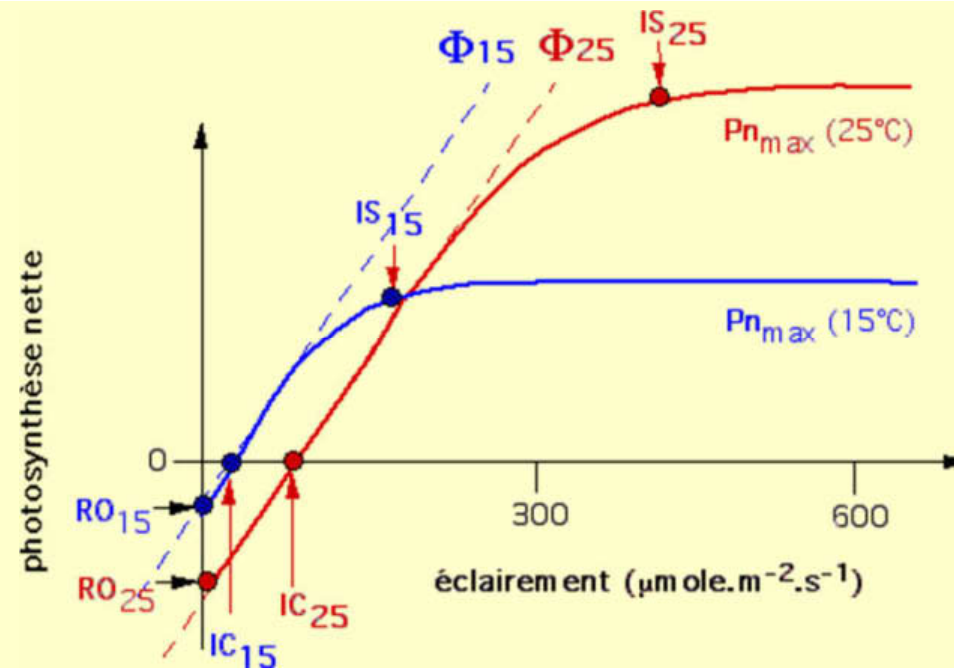
Dans ces conditions on constate que dans la première partie des courbes, le CO₂ est limitant pour un éclairement donné et que dans la deuxième partie des courbes l'éclairement est limitant pour une concentration de CO₂ donnée.

5 - Influence de la température



Selon l'origine des plantes, l'optimum de température de leur activité photosynthétique est différent. Les plantes des régions tempérées ont un maximum qui se situe entre 15°C et 25°C, tandis que les plantes d'origine tropicale peuvent avoir un maximum qui se situe entre 30 et 45°C. De même, les limites à la tolérance au froid et au chaud sont différentes -2°C à 0°C et 40 - 50°C, pour les plantes des régions tempérées, +5°C à 7°C et +50 à 60°C, pour les plantes tropicales.

L'influence de la température est marquée par le fait que la courbe de saturation de la photosynthèse par la lumière est modifiée.



Effet de la température sur la photosynthèse nette en fonction de l'éclairement.

Lorsque la température augmente, le point de compensation (IC) et le début de la saturation (IS) se décalent vers les intensités lumineuses plus fortes et l'intensité maximale est plus élevée (P_{max}). IC est plus élevée principalement lorsque R_0 augmente avec la température.

On remarque que Φ n'est pas modifié, contrairement à Pn_{max} . Considérant que ce sont les réactions primaires liées à la lumière (photochimiques) qui sont limitantes dans la partie linéaire et que ce sont les réactions biochimiques qui sont limitantes au plateau, on constate que les réactions photochimiques sont peu ou pas sensibles à la température, ce qui n'est pas le cas des réactions biochimiques.



[05](#) - Comment mesurer la photosynthèse?

[SOMMAIRE](#)

[07](#) - La photosynthèse peut se découper en deux groupes de réactions



Pour accéder aux autres pages du document

[01](#) - Quels sont les organismes autotrophes?

[13](#) - Structure et fonctionnement du thylacoïde

[02](#) - Où se déroule la photosynthèse?

[03](#) - Comment établir l'équation globale de la photosynthèse?

[04](#) - Quels sont les pigments de la photosynthèse?

[05](#) - Comment mesurer la photosynthèse?

[06](#) - Action des facteurs externes

[07](#) - La photosynthèse se découpe en deux groupes de réactions

[08](#) - Qu'est ce qu'un photosystème ?

[09](#) - Structure et fonctionnement du PSII

[10](#) - Le système d'oxydation de l'eau

[11](#) - Structure et fonctionnement du PSI

[12](#) - Le schéma en Z

[14](#) - Comment se forme l'ATP ?

[15](#) - Structure et fonctionnement de l'ATP synthase

[16](#) - Quel est le premier corps formé?

[17](#) - Les étapes du cycle de Calvin

[18](#) - La photorespiration

[19](#) - Bilan

[20](#) - Dans la cellule chlorophyllienne

[21](#) - Dans la plante entière

[22](#) - La photosynthèse en C4

[23](#) - La photosynthèse des plantes CAM

François Moreau et Roger Prat



Dernières modifications : 01 avril 2008

Tous droits réservés - Biologie et Multimédia - Université Pierre et Marie Curie - UFR des Sciences de la Vie

